6.1.2 苗栗地區

苗栗地區水稻施肥推薦技術

苗栗區農業改良場　吳添益、蔡正賢、張素貞

施肥原則概述

1-1 作物別施肥手冊－施肥方法

作物別施肥手冊必須記載以目標產量為收穫時，必要成分量。這量是指肥料、堆肥、改良資材所有的總成分量。

一般以化學肥料為中心肥培管理，土壤物理性及生物性質維持良好是有其難度，為農業永續生產，有機質肥料等農業有機質資材使用是不可缺少的。但，大部分場合，堆肥中養分甚少有被考慮，常造成農耕地過量使用，使養分蓄積過剩。作物栽培提高生產量的期待，施肥手冊施用量應考慮堆肥中的養分量，再補充不足肥料量。

施肥量=(作物吸收量)-(改良資材+堆肥成分+地力養分)+(殘留量+溶脫量+揮散量)

關於施肥方法，最重要者為施放的位置與時期。

(一) 施肥位置

要素在土壤中之流動及擴散，以氮最速，磷不移動，鉀則介於其間。土壤質地黏重時，因孔隙小及吸附力強，所施肥料之移動，較在砂質土壤慢，故肥料在黏質土壤之肥效較緩，流失較少，肥害亦少，反之，肥料在砂質土壤之效果較速，流失較多，肥害亦多，故氮、鉀肥應分施，其基肥用量在砂質土壤應小於黏質土壤，施肥位置應較遠離種子，同時追肥次數亦應增加。

施肥的位置通常有撒施與局部施肥兩種，而局部施肥中，又可分為條施、穴施、環施等，磷肥應以全量或多量以基肥施用，因磷肥在旱田中易被土壤固定而不易移動，故施在土壤表面之磷肥不易被吸收，如撒施，亦難在早期利用，故磷肥應以條施方式施入適當位置。在水田中磷亦不易移動，故當追肥施用而未混入土中之磷肥效果不佳，但在砂質水田為還原性強之排水不良田，磷肥仍可溶解而向下移入；在此情形下，磷肥之分施有時優於全量作基肥施用者。

至於施放的深淺，亦各不同，有表土施肥、亞表土施肥、及全層施肥等。原則上，局部施肥的效果較撒佈施肥佳，尤其當施用磷肥與鉀肥時，可以少受土壤的固定作用，但有時為施用的方便與適合作物栽培的方式，撒佈法自有其優點。局部施肥用量太多，土壤溶液太濃，以致影響種子發芽與幼小植物的生長，在鹽鹼土上尤宜注意。至於施肥深度，則應依土壤的質地、肥料的移動性、雨量的多少、與作物根群的深淺而異。水田深施的利益，可以硫酸銨的全層施肥所得利益說明之，硫酸銨如在水田插秧或插秧前，施在通氣的表層時，則迅速氧化成為硝酸鹽，結果使氮因脫氮作用而損失，故水田施用硫酸銨時，應直接施入還原層中，以防止其變為硝酸鹽，保留土中直至植物吸收。

(二) 施肥時期

施肥時期的要點，在於施用肥料時，適為作物需肥時期，如是一方可減少損失，一方可供作物適時利用。追肥時期的適合與否，對於用肥的經濟與肥效，均

有極大影響。在積極的意義，施肥時期的運用尚有調節作物營養生長與生殖生長，以達到提高收穫指數或收穫物品質之功效；例如果園施肥時期之控制可以適當調節花芽和枝條之分化與成長，在水稻方面可以提高穀藁比，防止倒伏。植物生長所需營養要素雖有十七種之多，但植物之生長係受最缺少之要素所限制，如不補充這種要素，即使其他要素有充分含量，亦不能發揮促進植物生長之效果，故施肥時應判斷土壤中何種要素最缺，針對最缺的要素施肥，才能得到效果。又當土壤中缺少某種要素而施肥時，植物生長量雖隨著施肥量之增加而增加，單位施肥量所能增產之作物量卻隨著施肥量之增加而漸減，故施肥量增加至某一程度後產量不再增加，甚至減量。收穫物之品質與施肥量亦有類似關係。更因施肥費用乃隨施肥量比例的增加，故作物生理上可獲最高產量之施肥量亦未必是最經濟的施肥量。

由於肥料在各種生產資材中，影響作物生長量和產量最大，其合理施用亦關係生態環境之維護，故如何教導農民，依照作物需要，作適量、適時、適法之施肥，實為土壤肥料推廣人員之重要責任。

1-2 關於肥料需要量決定原則

報酬遞減律指施肥量增加至某一程度後產量不再增加，甚至減產。收穫物品質與施肥亦有類似關係。更因施肥費用仍隨著施肥量比例而增加，故作物生理上可獲最高產量之施肥量亦未必是最經濟的施肥量。又因施肥量增加時對環境亦可能帶來不同程度之不良影響，故經濟的施肥量亦尚需與生態保護調和，才能算是合理的施肥適量。

1-3 土壤氮肥的角色

土壤中氮，分成有機態氮與無機態氮，作物直接利用型態以無機態氮為主，但是土壤中無機態氮很少量，大部分以有機態氮型態存在，且大部分為難分解性，一部藉由微生物慢慢分解變化成無機態氮，被作物吸收利用。土壤中易分解性氮供給源，可區分蛋白態氮，胺基酸態氮、胺基糖態氮等。

水稻吸收土壤氮比例高於施肥氮之故，土壤氮診斷主要以水田土壤為主對象。土壤氮受地溫影響，地溫高呈出現無機化量多，雨量多呈出現無機化量也多，促進硝酸態氮溶脫，作物栽培應避免裸地。

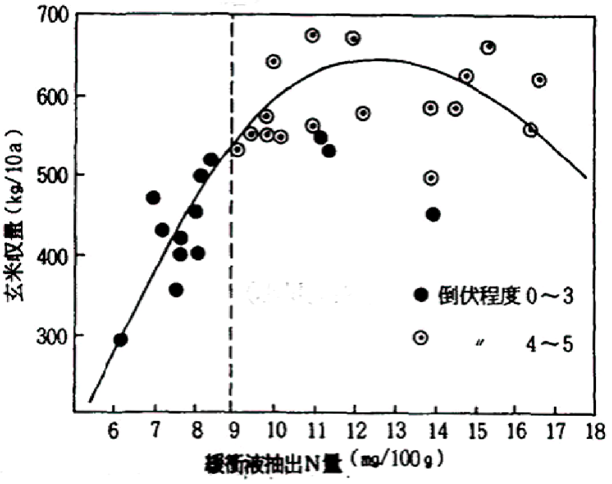


図 1-2 抽出N量と輪換田水稲（コシヒカリ）の玄米収量との関係（小川、1990）

1-4 關於肥料選擇注意事項

選擇使用肥料時，應從肥料的特性上認識肥料的屬性，是屬於肥效高的；或屬於不使土壤變差的；或屬於施用上有省勞力又經濟的。總而言之，根據作物的種類、土壤的性質及施用方法，其施用肥效亦不同。特別在肥料過量使用時，它是土壤酸性化及鹽類累積的一種原因，常導致作物生長過於茂盛及生育障礙，致使產量、品質下降。且肥料成分也會隨滲漏溶脫入地下水，另一方面，又受溫室效應釋放氣體(N_2O)而影響環境品質，造成生產費用大增及影響環境生態品質。

所以，施用肥料最好策略，一定要採土壤診斷為基礎，調整施肥設計，合理施用。

1-5 國內灌溉水水質基準

灌溉水質標準設立在維護農地的永續使用，如表 1 所示。於作物生長期灌溉，以避免農地產生的鹽害、鹼害、酸害、滲漏不良、重金屬害與營養分過高，造成的作物危害。氮是作物生長最需要要素之一，缺少它時，植株矮小，葉細枯黃，最後死亡。但吸取太多時，植株肥大嫩弱，容易倒伏，不能抗病蟲害，徒長難結實。在水稻生長初期，灌溉水氮含量 10 毫克/公升以上，都可接受，但在成熟期，要求有純淨水質。同時也懷疑，灌溉水氮含量是否能保持穩定，因之也使施肥調節上發生困難而影響產量。台灣農田渠道，都是明渠，縱橫田野，上流下接。因此，各種污染物質，極易滲入，尤以渠道下流地區，含氮量高者，均在 10 毫克/公升以上，然而，氮是作物的養分，也是作物的污染質，其區別是在量之多少。因此，如何取得最合理之平衡點，應是灌溉水質管制上，最應考慮的課題。然而，由於各方之立場觀點不同，對量之管制，看法也有甚大之差異。**分蘗期止，以施入氮肥為先；最高分蘗期間，以地力氮肥為先；幼穗形成期以後，以隨灌溉水施入氮肥為先。特別在生育後期，灌溉水中無機態氮成分，若過多容易形成氮肥過多的危害，應減施氮追穗肥**。

表 1. 台灣灌溉用水水質標準

項目	限值	單位
氫離子濃度指數(pH 值)	6.0-9.0	--
電導度(EC)	750	μS / cm-25℃
總氮量（T-N）	3.0	mg/L
銅(Cu)	0.2	mg/L
鉛(Pb)	0.1	mg/L
鎳(Ni)	0.2	mg/L
鋅(Zn)	2.0	mg/L
鎘(Cd)	0.01	mg/L
鉻(Cr)	0.1	mg/L

土壤診斷---依土壤診斷基準的施肥案例

水稻部分

以目標產量 5700 kg/ha 基準氮肥 90-95 kg/ha；磷酐 80 kg/ha；氧化鉀 80 kg/ha。(日本北海道施肥手冊 2010 版)

依土壤診斷基準的施肥對策

有效磷酐含量 (P_2O_5 mg/kg)	施肥量 (P_2O_5 kg/10a)	有效磷含量 (P mg/kg)	施肥量 (P_2O_5 kg/ha)
-50	160	-13	160
50-100	120	13-26	120
100-200	80	26-52	80
200-300	60	52-78	60
300-	40	78-	40

交換性氧化鉀含量 (K_2O mg/kg)	施肥量 (K_2O kg/ha)	交換性鉀含量 (K mg/kg)	施肥量 (K_2O kg/ha)
0-75	140	0-63	140
75-150	110	63-125	110
150-300	80	125-250	80
300-	50	250-	50

*分析法採用 Bray-No.2 法 (1:10)。

土壤診斷---依土壤診斷基準的施肥案例

國內根據土壤肥力分析結果案例

根據土壤肥力分析結果磷酐推薦量

土壤有效磷(白雷式第一法)		磷酐推薦量(公斤/公頃)	
含量(mg/kg)	等級	一期作	二期作
0-1.6	極低	70-80	50-60
1.7-5.0	低	60-70	40-50
5.1-12.0	中	40-60	30-40
12.1-30.0	高	20-40	0-30
大於 30	極高	0-30	0-20

根據土壤肥力分析結果氧化鉀推薦量

土壤有效性鉀 (孟立克氏法)		氧化鉀推薦量 (公斤/公頃)		備　註
含量(mg/kg)	等級	一期作	二期作	
0-15	極低	60-70	80-90	排水不良土壤按推薦量每公頃增加氧化鉀 30 公斤。
16-30	低	50-60	60-80	
31-50	中	30-50	40-60	
大於 50	高	0-30	0-40	

苗栗地區水稻施肥推薦參考之資訊

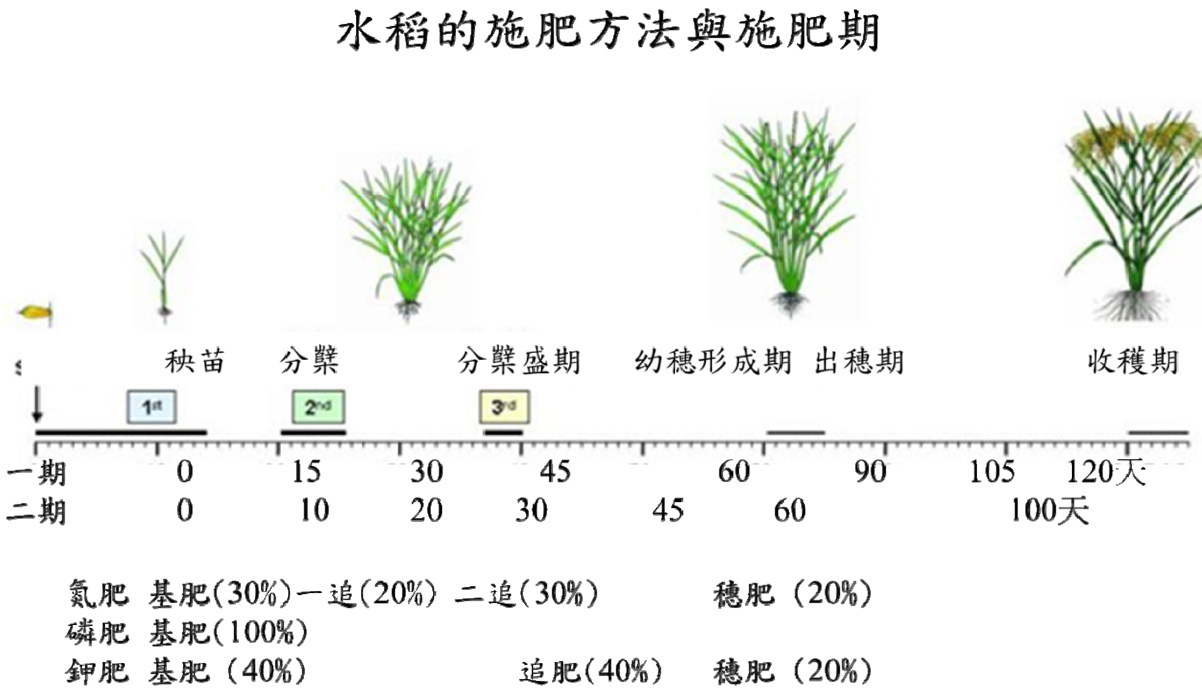
栽培良質米合理化施肥技術

水稻栽培肥料的演進由無肥料管理到自製有機質肥料施用，再轉為化學肥料的栽培。在 1970 年代化學肥料使用後，水稻品種改良方向以發揮高產潛能並選拔抗倒伏的半矮性品種為目標，育成的改良品種配合化學肥料的增施，稻米產量也隨之增加。然而，近年來積極地推廣良質米生產計畫，由以往注重高產轉向品質的提昇。縱觀今日國際化的潮流，在未來的消費市場發展趨勢亦復如是。

(一) 瞭解地力及合理化施肥

良質米栽培之施肥技術首重地力的培養，本場針對土壤肥力分析提供相關服務。培養地力可從施用有機質肥料及栽種綠肥開始。目前尚有許多農民為提高產量，施肥量常超過作物需要量的情形，形成土壤營養不均衡的現象，甚者污染地下水。依據水稻成熟植株氮、磷、鉀成份的含量，推薦水稻合理的施肥量，氮為 100-120 公斤/公頃，即每公頃 12-15 包硫銨，磷酐在 50-60 公斤/公頃，即每公頃 7-8 包過磷酸鈣，氧化鉀為 60 公斤/公頃，即每公頃 2-3 包氯化鉀。

(二) 施肥適期



(農試所農化組郭鴻裕、黃維廷提供)

一般水稻施肥分基肥及二次的追肥與穗肥。

基肥在整地前施用或第二次整地蓋平前，施用量約為 30%氮肥、全部的磷肥、與 40%鉀肥。但許多農民因第一期作收穫完緊接第二期作耕犁作業，時間緊迫之下，將基肥改於插秧後 5-7 天，且為達立即見效的目的，施用尿素肥料。

雖然施用後稻秧快速轉綠，但尿素在水田中較易氨化揮發，因而造成肥料的流失。**追肥**不但可確保有效分蘗，且可幫助植株強健，此所謂"適當追肥"是指用的量及時期。**第一次追肥**於插秧後第一期作 12-15 天，第二作期作 7-10 天施用，用量為 20%氮肥。**第二次追肥**於插秧後第一期作 25-30 天，第二期作 15-20 天，施用量為 30%之氮肥及鉀肥 40%。若種植品種屬於高莖者或早熟者，追肥應較早施用，如第一期作插秧後 25 天

前，第二期作插秧後 15 天前將兩次追肥施用完畢，而施肥時以淺水灌溉，並封住出水口。**穗肥**為良質米栽培最後一次施肥，施用時期於插秧後第一期作 55-60 天，第二期作插秧後 40-45 天，即為水稻幼穗形成期。判斷幼穗形成期可由田間拔取生育中等的母株，除去葉片後在稻基部最上位節間處可發現 1-2mm 白毛毛的幼穗，即為幼穗形成期。施用量為 20%氮肥及 20%鉀肥。

若以每公頃 126 公斤氮(硫銨 600 公斤含氮 21%)，磷酐 54 公斤(過磷酸鈣 300 公斤含磷酐 18%)及氧化鉀肥 60 公斤(氯化鉀 100 公斤，含氧化鉀 60%)，每公頃稻田所使用的時期及用量詳列於下表，另提供台稉 9 號施肥技術參考。

水稻合理化施肥用量及時期範例

肥料項	施肥時期插秧後天數(公斤/公頃)			
	整地前	第一期作 15 天	30 天	65 天
		第二期作 7 天	15 天	50 天
硫銨 600 公斤	180	120	180	120
過磷酸鈣 300 公斤	300	----	----	----
氯化鉀 100 公斤	40	----	40	20

註：每公頃以氮 126 公斤、磷酐 54 公斤、氧化鉀 60 公斤之量施用。

良質米品種台稉九號每公頃施用量

肥料名稱	肥料成份 (氮：磷：鉀)	施用時期	基肥	第一次追肥	第二次追肥	穗肥
				插秧後天數		
				第一期 15 天	25 天	60 天
				第二期 10 天	20 天	50 天
硫銨	21：0：0	第一期作		120 公斤	120 公斤	90 公斤
		第二期作		100 公斤	100 公斤	60 公斤
氯化鉀	0：0：60	第一期作				20 公斤
		第二期作				20 公斤
台肥 5 號	16：8：12	第一期作				或 100 公斤
		第二期作				或 80 公斤
台肥 39 號	12：18：12	第一期作	1 包			
		第二期作	1 包			
	施用成份量	第一期作	48：72：48	24：0：0	24：0：0	18：0：12
		第二期作	48：72：48	20：0：0	20：0：0	12：0：12
	施用比例	第一期作	40：100：80	20：0：0	20：0：0	15：0：20
		第二期作	48：100：80	20：0：0	20：0：0	12：0：20

備註：1. 台稉九號施肥技巧在於前期增加分蘗數為主，每叢 15-18 支穗數為目標，分蘗數則須定在 16-20 支，追肥一定要早，達到目標分蘗數則開始強曬田，一隻手指可插入為原則。
2. 台稉九號施肥中期穗肥一定要施對時，施用時深水（7-10 公分）灌溉後再入田施用肥料，若施硫銨及氯化鉀，就不要施用 5 號複肥(16-8-12)，兩者選其一。
3. 抽穗時以深水灌溉，遇高溫以流動方式灌溉，降低高溫對台稉九號白度的影響程度。
4. 成熟度一定要達到八至九分熟以上，才可以收割。

苗栗區水稻產量採每公頃 6,000 公斤基準，三要素肥料推薦量為氮肥 120-140 公斤/公頃；磷酐(P_2O_5) 60 公斤/公頃；氧化鉀 (K_2O) 90 公斤/公頃。

苗栗區歷年(98-101)水稻合理化施肥示範點成果

苗栗區歷年(民國 98-101)水稻合理化施肥示範點成果，各年期作、示範點、實施鄉鎮及效益如表所示。整體上，苗栗地區水稻一期作，平均合理化施肥區每公頃三要素肥料量較農民慣用區減少 72.3 公斤(18.1 %)，成本節省 1,817 元。總產值粗收益每公頃增加 9,433 元。苗栗地區水稻二期作，平均合理化施肥區每公頃三要素肥料量較農民慣用區減少 66.0 公斤(16.3 %)，成本節省 1,617 元。總產值粗收益每公頃增加 8,678 元。

表 6、苗栗區歷年水稻合理化施肥示範點成果效益

年度	期別	鄉鎮耕作	效益
98	一期 5 戶 二期 5 戶	公館鄉(2)、銅鑼鄉、三義鄉、竹南鎮。	苗栗地區水稻一期作，平均合理化施肥區每公頃三要素肥料量較農民慣用區減少(17.9 %)，成本節省 1,562 元。總產值粗收益每公頃增加 5,111 元。苗栗地區水稻二期作，平均合理化施肥區每公頃三要素肥料量較農民慣用區減少(19.6 %)，成本節省 1,899 元。總產值粗收益每公頃增加 4,113 元。
99	一期 7 戶 二期 7 戶	公館鄉(2)、銅鑼鄉、三義鄉、竹南鎮、苑裡鎮、後龍鎮。	水稻作物共計七個示範點，苗栗地區水稻一期作，平均合理施肥區每公頃三要素肥料量較農民慣用區減少 86.3 公斤(21.0 %)，成本節省 2,020 元。總產值粗收益每公頃增加 6,659 元。苗栗地區水稻二期作，平均合理施肥區每公頃三要素肥料量較農民慣用區減少 70.5 公斤(18.2 %)，成本節省 1,644 元。總產值粗收益每公頃增加 3,662 元。
100	一期 6 戶 二期 6 戶	公館鄉(2)、銅鑼鄉、西湖鄉、苑裡鎮、後龍鎮。	水稻作物共計六個示範點，苗栗地區水稻一期作，平均合理施肥區每公頃三要素肥料量較農民慣用區減少(19.3 %)，成本節省 2,353 元。總產值粗收益每公頃增加 16,493 元。苗栗地區水稻二期作，平均合理施肥區每公頃三要素肥料量較農民慣用區減少(15.4 %)，成本節省 1,787 元。總產值粗收益每公頃增加 16,411 元。
101	一期 8 戶 二期 8 戶	後龍鎮(4)、通霄鎮(2)、三義鄉、苑裡鎮。	水稻作物共計八個示範點，苗栗地區水稻一期作，平均合理施肥區每公頃三要素施肥量較農民慣用區減少 56 公斤(14.2 %)，成本節省 1,335 元，產量每公頃增加 339 公斤(6.0%)，粗收益每公頃增加 9,471 元。水稻二期作，平均合理施肥區每公頃三要素施肥量較農民慣用區減少 48 公斤(12.0 %)，成本節省 1,140 元，產量每公頃增加 361 公斤(5.7%)，粗收益每公頃增加 10,526 元。